

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-226735

(43)Date of publication of application : 14.08.2002

(51)Int.Cl.

C09D 7/14

(21)Application number : 2001-027522

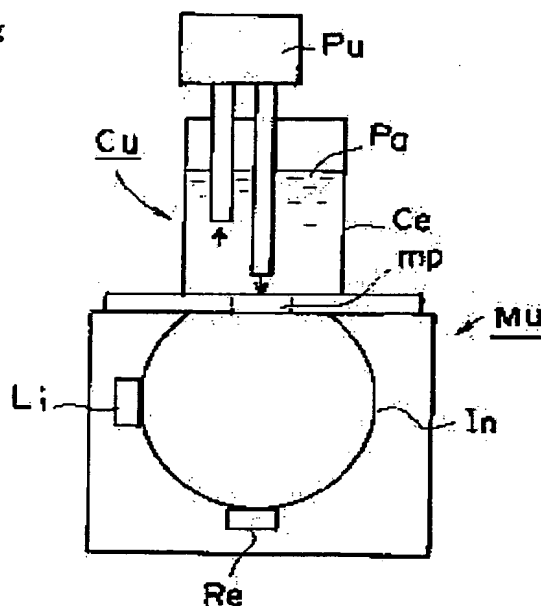
(71)Applicant : NIPPON PAINT CO LTD  
NISSHINBO IND INC

(22)Date of filing : 02.02.2001

(72)Inventor : KUBO NOBUAKI  
ITO MITSUAKI  
FUKUDA MASAYUKI  
OSUMI MASAYUKI  
ISHIKAWA MAKOTO**(54) COMPUTER-AIDED COLOR MATCHING METHOD FOR COATING LIQUID AND MANUFACTURING METHOD OF COATING USING THE SAME****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a color matching method using a computer, by which a compounding ratio is easily and accurately calculated by subjecting a coating liquid to color measurement, obtained by a suitable combination of colorants or a suitable combination of colorants and brilliant materials for obtaining an aimed color or an aimed color and brilliant feeling, as is adjusted without preparing a plate sample thereof, and a manufacturing method of a coating using the method.

**SOLUTION:** Data obtained by measuring in advance liquid colors of coating liquids, with their volume compounding ratios of colorants and brilliant materials varied, in a liquid state as they are by color measurement means of a coating liquid are stored in a memory of a computer, whereas at least two coating liquids, with their compounding ratios adjusted so as to obtain an aimed color in color matching for a metallic pearl-like coating, are subjected to color measurement by color measurement means of a coating liquid to give respective liquid color data. Using these measurements and the data stored in the memory, a color to be reproduced is calculated in advance considering changes in color values brought about by differences in compounding ratios of colorants and brilliant materials thereby to achieve by calculation a suitable compounding ratio of colorants and brilliant materials.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

06.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-226735

(P2002-226735A)

(43) 公開日 平成14年 8 月14日 (2002. 8. 14)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

C 0 9 D 7/14

識別記号

F I

C 0 9 D 7/14

テマコード (参考)

4 J 0 3 8

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-27522(P2001-27522)

(22) 出願日 平成13年 2 月 2 日 (2001. 2. 2)

(71) 出願人 000230054

日本ペイント株式会社

大阪府大阪市北区大淀北 2 丁目 1 番 2 号

(71) 出願人 000004374

日清紡績株式会社

東京都中央区日本橋人形町 2 丁目 31 番 11 号

(72) 発明者 久保 信明

大阪府寝屋川市池田中町 19-17 日本ペイント株式会社内

(74) 代理人 100092679

弁理士 樋口 盛之助 (外 1 名)

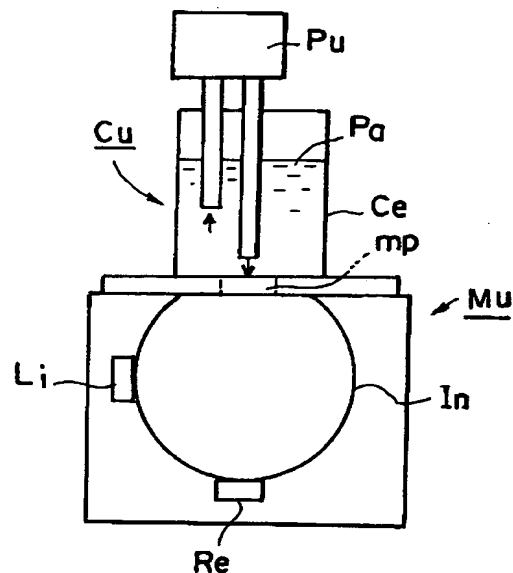
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 塗料液のコンピュータ調色方法とこの方法を用いた塗料の製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 目標とする色彩又は色彩と光輝感を得るための着色材の適切な配合、或は着色材と光輝材の適切な配合を、調整した塗料液の状態のままで測色して、調整塗料を塗板化することなく容易且つ正確に調整配合比を算出するコンピュータを用いた調色方法とこの方法を用いた塗料の製造方法。

【解決手段】 着色材及び光輝材の容積配合比を変化させた塗料液を液体のまま塗料液測色手段により予め液色を測定したデータをコンピュータのメモリ上に記憶せしめておく一方、メタリック・パール系塗料を調色する際に、目標色に対して配合比を調整した 2 以上の塗料液を、塗料液測色手段でそれぞれの液色を測定し、この測定データと前記メモリ上のデータを用いて着色材及び光輝材の配合比の違いにより生ずる色彩値の変化を加味して再現色を予測計算することにより、着色材と光輝材の適切な配合比を計算により求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の着色材と光輝材から構成されるメタリック・パール系塗料を調色する際、目標色に合致させる着色材と光輝材の配合比を計算により求める調色方法であって、使用し得る着色材及び光輝材の容積配合比を変化させた塗料液を液体のまま塗料液測色手段により予め液色を測定してそのデータをコンピュータのメモリ上に記憶せしめておく一方、メタリック・パール系塗料を調色する際に、目標色を目的として配合比を調整した2以上の塗料液についてそれぞれの液色を塗料液測色手段で測定し、この測定データと前記メモリ上のデータを用いて着色材及び光輝材の配合比の違いにより生ずる色彩値の変化を加味して再現色を予測計算することにより、着色材と光輝材の適切な配合比を計算により求めることを特徴とする塗料液のコンピュータ調色方法。

【請求項2】 複数の着色材から構成されるソリッド系塗料を調色する際、目標色に合致させる着色材の配合比を計算により求める調色方法であって、そのために使用し得る着色材の配合比を変化させた塗料液を液体のまま塗料液測色手段により予め測定してそのデータをコンピュータのメモリ上に記憶せしめておく一方、ソリッド系塗料を調色する際に、目標色を目的として配合比を調整した2以上の塗料液を塗料液測色手段でそれぞれの液色を測定し、この測定データと前記メモリ上のデータを用いて使用した着色材の配合比の違いにより生ずる色彩値の変化を加味して再現色を予測計算することにより、着色材の適切な配合比を計算により求めることを特徴とする塗料液のコンピュータ調色方法。

【請求項3】 請求項1または2の方法により測定された分光反射率を用いて再現色の予測計算を行うにあたり、メタリック・パール系塗料においては複数の着色材と光輝材からなる塗料液の測色値と配合比のデータを、また、ソリッド系塗料においては複数の着色材からなる塗料液の測色値と配合比のデータを、それぞれコンピュータのメモリ上に記憶せしめておき、請求項1または2の計算方法により予測された色彩値との差を調整して、色合せの精度を向上させる手段にファジィ推論を用いることを特徴とする塗料液のコンピュータ調色方法。

【請求項4】 請求項1～3の調色方法において、塗料液を液体のまま測色する手段は、塗料液を測色部位に連続して供給するようにしておき、その部位で供給される塗料液に照明光を照射して反射させ、この反射光を分光解析するように形成した請求項1～3のいずれかに記載の塗料液のコンピュータ調色方法。

【請求項5】 請求項1～4のいずれかに記載した調色方法を塗料の製造工程中に挿入適用し、目標色の塗料の製造において、その色彩値が予め設定された許容範囲にあるか否かをコンピュータに判断させ、この判断に基づいて目標色塗料の製造工程を管理することを特徴とする塗料の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は塗料を製造する際の調色方法に関する。具体的には、メタリック・パール系塗料（本明細書において、メタリック・パール系塗料とは、一般的なメタリック塗料とこれにさらにマイカ顔料などの真珠光沢を発現する光輝材を含んでいるメタリック・パール系塗料の両方を意味するものとする）においては、目標色（見本色ともいう）と同一色でかつ同一光輝感となる複数の着色材と1または複数からなる光輝材の配合を、また、ソリッド系塗料においては、目標色と同一色となる着色材の配合を、コンピュータ処理により算出し、塗料を製造する際の色の調整手段を合理化する方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 塗料の調色に際しては、目標とする色彩を合理的に再現させる必要がある。このため、従来のコンピュータ・カラーマッチング（コンピュータ調色ともいう）システムでは、基礎データ用の試料塗板の分光反射率を測定し、基礎データとなる試料塗板の分光反射率を得る一方、着色に供する複数の着色材をある配合で混合した調整する色（以下、調整色という）の予測反射率を、クベルカ・ムンクの光学濃度式を用いて、前記反射率から可視光領域の吸収係数と散乱係数を計算し、着色材を所定配合で混合した場合の分光反射率を予測計算し、調整色の予測反射率と前記見本色の反射率とを比較することにより、調整色が見本色に色彩として一致するように着色材の配合を計算する方法が広く利用されている。この比較において、見本色と調整色の差が所定以上であれば、その差が所定内に納まるまで調整色に用いる着色材の配合を変更している。そして、前記の差が所定内に納まれば、その配合比を前記見本色を目標色とする色の求める配合値としている。

【0003】 上記の塗料のコンピュータ・カラーマッチングにおいて、基礎データを得るサンプルたる試料塗板には、目標色に合致せしめる調色着色材として供される有彩色着色材と、目標色に合致せしめる調色着色材として同時に組み合わせて使用される白顔料または光輝材とを組み合わせた配合サンプルを用い、このサンプルを有彩色着色材の白顔料または光輝材に対する発色性を表すデータを得る試料として利用している。

【0004】 即ち、複数の有彩色着色材と白顔料または光輝材とを混合させた際の反射率を予測計算するために、予め測定した基礎データの分光反射率をクベルカ・ムンクの式を用いた塗膜である着色層の吸収係数 $K$ と散乱係数 $S$ の比で表される光学濃度 $K/S$ に変換し、ダンカンの混色理論式である2定数法により混合時の光学濃度 $K/S$ を求め、更にこれを反射率に変換することにより、予測反射率を計算により求めているのである。

【0005】 この際、より予測精度を向上させるため

に、塗料を形成する樹脂層と空気層の界面に生じる内部鏡面反射や屈折率差による、分光反射率の測定に対する影響を補正するサンダーソンの式を用いて理想状態の反射率に変換してから、混色計算を行っている。また、着色材の配合を目標色に合致させるために、着色材の配合比を調整する方法には、ニュートン・ラプソン法による反復計算が用いられ、更に、目標反射率と予測反射率の色彩一致性を評価する際には、反射率から計算される色彩値 $XYZ$ 、 $L^*a^*b^*$ 等を利用し、目標値と予測値の差を評価しつつニュートン・ラプソン法にて収束計算を行うメタメリック法や、目標反射率と予測反射率の差の2乗和を評価しつつ収束計算を行うアイソメリック法が用いられている。

【0006】従来技術では、上述した手法によるコンピュータ・カラー・マッチングシステムを用いて目標色に合致する着色材の配合を、一定塗膜厚、一定下地色その他一定の塗布条件といったある特定の条件下での計算を行う。次に、このようにして得られた配合比に従って実際の塗料を調整し、この調整塗料による着色サンプルを所望する条件に従って塗板を作成し、引き続き、塗板に作成された着色サンプルと目標サンプルとの色彩を比較し、メタリック・パール系塗料では前記色彩の比較に加えて着色サンプルの光輝感と所望する光輝感とを比較している。この比較において、色彩が十分に合致していない場合、メタリック・パール系塗料では前記色彩に加えて光輝感が十分に合致していない場合には、再度、修正のために上記のコンピュータ・カラーマッチング操作を行うか、或は、十分に合致していない着色材の配合をする操作を行い、メタリック・パール系の塗料では着色材の配合に加えて光輝材の配合を、目視と経験に基づき判断し、経験則によって修正を加える操作を行って調整をしている。前記の調整操作は、目標色と所望する光輝感に十分合致するまで繰り返す。

【0007】上述した従来方法では、塗料製造工程において調整中の塗料液を特定の条件下で塗板化し、この色彩値を測定することに基づいて、何度かコンピュータ・カラーマッチングをやり直したり、目視と経験に基づいた試行を繰り返す必要があった。しかし、このような手法では、所望の色彩、或は、その色彩と光輝感を得るために、その度に調整した塗料の塗板を作成するため、再現性の影響を受け易く、また、度々の塗板作成に際しては多大な労力と時間を費やし、更に塗板を作成するために専用の設備を必要とするといった問題があった。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明では、上述した従来手法に起因した様々な問題点に鑑み、目標とする色彩、或は、色彩と光輝感を得るための着色材の適切な配合、或は、着色材と光輝材の適切な配合を、調整した塗料液の状態のままで測色することにより、調整塗料を塗板化することなく、容易且つ正確に調整配合比を算出す

るコンピュータを用いた測色方法とこの方法を用いた塗料の製造方法を提供することを課題とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決することを目的としてなされた本発明測色方法の構成は、メタリック・パール系塗料においては複数の着色材と光輝材から構成される塗料を調色するとき、また、ソリッド系塗料においては複数の着色材から構成される塗料を調色するとき、目標色又は目標色とその光輝感に合致させる着色材や光輝材の配合比をコンピュータ計算により求めるに当り、調整色として配合した塗料液を、塗料液測色手段によって前記塗料を塗板化することなく測色し、この測色データと前記目標色の基礎データに基づいて着色材の配合比又は着色材と光輝材の配合比をコンピュータ計算により求めることを第一の特徴とし、前記で求められた配合比に調整された塗料液のその状態での分光反射率が予め設定された目標色の分光反射率の許容範囲にあるか否かの判定を自動的に行なうことを第二の特徴とするものである。

【0010】上記の測色方法に用いる塗料液を液体のまま分光測色する手段としては、例えば特許出願（特願平11-224833号、発明の名称「液体測色方法及びその装置」）に提案された装置を始めとして、適宜形式の塗料液の分光測色装置を使用することができる。具体例としては、測色すべき塗料液を、積分球光源の上に設定した測定部位に、連続的に供給するようにしておき、前記測定部位での塗料液の反射光を、当該積分球上に設定した受光部において測定し、分光解析して測色データを得る測色手段を用いる。

【0011】この測色手段を装置化したものについて、さらに具体的に図1を参照して以下に説明する。即ち、この装置は、塗料を充填するガラス製のセルCe、上記セルCe内の塗料液PaをポンプPuにより吐出循環させる循環ユニットCu、および、光源部Leと受光部Reとを持つ積分球Inを有する測色ユニットMuを備えており、上記吐出循環させるユニットCuによって、上記積分球Inに接している上記セルCeの測定部位mpにおける塗料液Paを連続して更新しながら、測色を行うものである。ここで、吐出はセルCeの測定部位mpを含む面に対して行われる。また、上記吐出循環させるユニットはポンプPu（例えば、チューブポンプ）を備えている。更に、塗料液PaのセルCeへの充填やセルCeの洗浄などが自動化されるように設計されているものでよい。

【0012】上記構成により、本発明方法では塗板を作成しないのでその再現性の影響を受けることなく目標色を得るための正確な調整配合比を得ることが可能になり、塗板化するための労力や時間を大幅に削減できる。これの利点は塗料の製造工程の合理化、短納期化、製造コスト削減に寄与する。また、本発明方法により調整配合の計算精度を向上させることができるので、従来手法

による場合のように多数の調整用塗料を製造する必要がある。更には、塗板の作成設備が不用となり、費用の節約、塗料工場のレイアウトの合理化も可能となる。加えて、相当種類の塗料を製造する工場では、カラーマッチング装置により調色の合理化を実現する際、塗料の種類数に応じた基礎データを準備する必要があるが、このデータ作成には多大な労力を必要とし、また、基礎データの作成負荷が大きいことに起因して、カラーマッチング装置による調色の実現できない場合もあった。

【0013】しかし乍ら本発明方法によれば、塗料液のまま測色するのでその塗料液に豊富に含まれる溶剤などによって塗料樹脂や種類の違いによる塗料液の色彩に対する影響が少なくなり、従って、基礎データの共通化が可能になることにより、必要とする基礎データの作成数を極端に減少させることができるという効果もある。また、塗料液のままでの基礎データの測定においても塗板化する場合に比べその影響が少なく、これによって一層高精度な調色計算が可能になるという利点もある。

【0014】次に本発明方法における計算機構について説明する。本発明の計算機構は、塗料液サンプルの複数の着色材や光輝材の配合から色彩値を計算する予測計算機構を備えていることが特徴であり、この機構を中核にして、複数の着色材と光輝材から構成される塗料を調色する際、目標色の色彩値に合致させる適切な着色材や光輝材の配合比を逆計算させる配合比計算を実現している。なお、本発明では予測計算の精度を向上させ高精度な配合計算を実現するために、予め作成した複数の着色材や光輝材からなる任意の配合比と、塗料液サンプルの分光反射率をコンピュータのメモリ上に記憶させ、その条件により予測計算された色彩値と前記サンプルのそれとの差をファジィ推論により補正するためのファジィ推論のメンバーシップ関数を調整する調整計算機構と、求めたメンバーシップ関数を用い、予測計算過程で求める予測色の色彩値を補正するファジィ推論機構を備えることが好ましい。

【0015】以下に本発明方法における計算の第1の機構について説明する。一般に、光輝材を含まない、通常の塗料（ソリッド系塗料ともいう）の配合に供する複数の着色材と白顔料から分光反射率を予測計算する際には、着色材各々の測定分光反射率の測定波長域に対する吸収係数と散乱係数を求める必要がある。この吸収係数と散乱係数を求める手法には、クベルカ・ムンクの光学濃度式と、ダンカンの混色理論による2定数法計算方法を用いることが知られている。クベルカ・ムンクの光学濃度は、吸収係数と散乱係数の比を反射率から計算するものである。また、ダンカンの混色理論式を用いて混色計算を行うには、吸収係数と散乱係数の各々を求める必要がある。この散乱係数と吸収係数を求める方法には、相対法と絶対法が一般に利用されており、このうち相対法は、白顔料の散乱係数を1として、相対的に白顔料の

吸収係数と着色顔料の吸収係数、散乱係数をもとめることを内容とする。一方、絶対法では、白地と黒地の上に一定膜厚で塗膜を形成し、これをそれぞれ測定した結果から、散乱係数と吸収係数を絶対的に求める方法である。更に、塗膜は空気との界面で鏡面反射を生じたり、内部でやはり空気と塗膜の屈折率の差により鏡面反射を起こす事で反射光を減少させる現象が存在する為に、これを理想的な反射率に変換するサンダーソン（Sanders on）の式が知られている。

【0016】次に、本発明におけるメタリック・パール系塗料における計算式について解説する。ここでは積分球方式の分光光度計を分光反射率の測定手段に用いた例について計算方法を説明する。分光光度計は、測定に用いる照射光を積分球によって拡散照明し、可視光領域の波長にわたって分光反射率を測定する。これによる測定反射率は次式によって表される。

$$R = R(\lambda)$$

R：分光反射率

$\lambda$ ：波長

一般に、分光光度計による測定値は、硫酸バリウムの完全拡散面を反射率100%の値として校正される。即ち、校正後の測定結果は、次式ようになる。

$$R_{BaSO_4}(\lambda) = 1$$

$R_{BaSO_4}$ ：硫酸バリウムの完全拡散面を測定した時の分光反射率

$$*R_M = R_M(\lambda) / R_{Al}(\lambda)$$

\* $R_M$ ：正反射成分の影響、即ち、受光部分に於ける迷光成分

$R_M(\lambda)$ ：完全鏡面の実測反射率

$R_{Al}(\lambda)$ ：アルミニウムの固有反射率

従って、実際に測定された分光反射率は第一段階として、次の補正を施すことになる。

$$R(\lambda) = R_R(\lambda) - *R_M(\lambda)$$

$R(\lambda)$ ：補正後の分光反射率

$R_R(\lambda)$ ：実測の反射率

\* $R_M(\lambda)$ ：完全鏡面の測定結果から求められる迷光成分

【0017】また、メタリック・パール系の塗料の場合、塗料液中の着色材の透過率が高く、このような性質の塗料では、従来のクベルカ・ムンクの光学濃度式を前提とする反射率の計算では、調色計算が不可能となる。このため、分光光度計の測定と混色計算を行う方法として、次の方法を取る。

【0018】まず、着色材と光輝材をある所定比率で混合した際の再現分光反射率を計算するための基礎データの作成方法について説明する。光輝材の基礎データは次式で表される。

$$R_B = R_B(\lambda, C_B)$$

$R_B$ ：メタリック・パールベースの基礎データ分光反射率

$C_B$ ：塗料配合に於ける光輝材の容積配合比率（ $0 \leq C_B$

≤1)

【0019】一般に、塗料液には、塗料を形成するための樹脂、溶剤、添加剤等が存在する。また、メタリック・パール系塗料では、光輝材の空間密度が発色に大きく影響するために、上記式における $C_B$ は容積配合比率である必要がある。これを求めるためには、着色材や光輝材を含まない塗料の容積と、光輝材の比重から、容易に計算することが可能である。また、着色材の基礎データは、着色材ベース単体では、比較的分光吸光係数が大きく、また透過能が高いために、光輝材を全く含まない塗料液では反射測定が困難となる。更に、光輝材との相互作用を含んだ実質的なデータが得られないので、標準的な光輝材、例えばアルミニウムベースの中で平均粒径付近のものを選んで、これを合せた配合により基礎データ用のサンプルを作成する。この関係は次式のようになる。

$$R_G = R_G(\lambda, C_{Bs}, C_G)$$

$$C_{Bs} + C_G = 1$$

$R_G$ : 着色材の基礎データ分光反射率

$C_{Bs}$ : 標準的な光輝材の塗料配合に於ける容積配合比

$C_G$ : 着色材の塗料配合に於ける容積配合比

【0020】次に光輝材のみのある所定量を処方混合した際の分光反射率の予測方法について説明する。光輝材の反射に関しては、以下に示すモデルを適用する。即ち、塗料層内部では、観察光の照射に対して、光輝材はその形状や塗装条件によって、様々な角度に対して散乱状態で反射する。また、光輝材の空隙に入射した照射光は、空隙内でトラップされる。今照射光のエネルギーを $I_i$ とし、観察された光のエネルギーを $I_o$ とすると、塗料層に十分な隠蔽が確保されている状態では、

$$I_o(\lambda) = I_i(\lambda) \times C_{ori}(\lambda) \times \{1 - T_{trap}(\lambda, x)\} \times R_m(\lambda)$$

$$R_{true}(\lambda, x) = I_o(\lambda) / I_i = C_{ori}(\lambda) \times \{1 - T_{trap}(\lambda, x)\} \times R_m(\lambda)$$

$I_i(\lambda)$ : 波長 $\lambda$ に於ける観察光の入射エネルギー

$I_o(\lambda)$ : 波長 $\lambda$ に於ける観察光の受光エネルギー

$C_{ori}(\lambda)$ : 光輝材による光の散乱配光関数

$T_{trap}(\lambda, x)$ : 光輝材濃度 $x$ に於ける観察光のトラップ効率

$x$ : 光輝材濃度

$R_{true}(\lambda, x)$ : 理想状態の波長 $\lambda$ 、光輝材濃度 $x$ の反射率

$R_m(\lambda)$ : 光輝材の固有反射率

なお、この状態で求まるのは、理想状態の反射率であるので、実際には、迷光に対する補正を加える。また、塗料を形成する樹脂の表面反射並びに内部屈折率の影響による補正を加える必要がある。

【0021】光輝材の基礎データは、理想反射率 $R_{true}(\lambda, x)$ を計測しただけでは、複数の光輝材を混合した際の分光反射率を求めることはできない。また、この基

礎データは、標準の光輝材に対する相対的な値として、散乱に寄与するトラップ効率を求める必要がある。いま標準の光輝材による理想反射率を $R_{true,S}(\lambda, x)$ とすると、

$$C_{ori,S}(\lambda) = R_{true,S}(\lambda, 1) / R_{true,S}(\lambda, 1)$$

$$T_{trap,S}(\lambda, x) = 1 - R_{true,S}(\lambda, x) / R_{true,S}(\lambda, 1)$$

として、 $C_{ori,S}(\lambda)$ と $T_{trap,S}(\lambda, x)$ を求め、

$$R_{m,S}(\lambda, x) = R_{true,S}(\lambda, x) / \{C_{ori,S}(\lambda) \times \{1 - T_{trap,S}(\lambda, x)\}\}$$

より $R_{m,S}(\lambda, x)$ を計算する。複数の光輝材が配合された場合の予測反射率は、次の通りとなる。

$$R_{true,M}(\lambda, x_1, x_2, \dots, x_n) = \sum \{C_{ori,n}(\lambda, x_n) \cdot x_n\} / \sum x_n \times \{1 - \sum \{T_{trap,n}(\lambda, x_n) \cdot x_n\} / \sum x_n\} \times \sum \{R_{m,n}(\lambda, x_n) \cdot x_n\} / \sum x_n$$

【0022】次に、着色材が配合された際の、分光反射率の予想計算方法について説明する。着色材の基礎データは、光輝材と混合した形で計測される。光輝材の濃度 $x$ 、着色材の濃度 $y$ の時、光輝材の基礎データ同様、表面反射、内部鏡面反射の補正を実測後に施した値を、

$$R_{true,G}(\lambda, x, y)$$

とすると、着色材による吸収率 $A$ は、

$$A = R_{true,GM}(\lambda, x, y) - R_{true,G}(\lambda, x)$$

となる。吸収率 $A$ は透過率 $T$ と次の関係がある。

$$T = A - 1$$

メタリック・パール系の着色材は、透過性が高く、散乱能が低いのでランベルト・ベール (Lambert-Beer) の法則が成り立つとして、

$$\text{Abstrue}_G(\lambda, x, y) = -\log(T)$$

このときの塗料層の光路長を配慮すると、

$$\text{Abstrue}_G(\lambda, x, y) = L_{true,M}(x) \cdot y \cdot \text{Abstrue}_{true,GU}(\lambda)$$

$L_{true,M}(x)$ : 塗料液内の光輝材に依存する光路長

$\text{Abstrue}_{true,GU}(\lambda)$ : 着色材の固有吸光度スペクトル

となる。 $L_{true,M}(x)$ は、塗料の用いられる光輝材について、標準的な着色材を用いて求めておく。複数の光輝材と複数の着色材を配合した場合の予想分光反射率は次の通りとなる。

$$\text{Abstrue}_{GM}(\lambda, x_n, y_n) = \sum L_{true,n}(x_n) / \sum x_n \cdot \sum \{y_n \cdot \text{Abstrue}_{GnU}(\lambda)\}$$

$$T = \text{pow}[10, -\text{Abstrue}_{GM}(\lambda, x_n, y_n)]$$

$$R_{true,GM}(\lambda, x_n, y_n) = R_{true,G}(\lambda, x_n, y_n) - (1 - T)$$

【0023】以下に計算の第2の機構である予測計算された分光反射率との差を測定波長全域に亘りファジィ推論にて補正するためのファジィ推論機構と、この計算に供するメンバーシップ関数を調整する調整計算機構について説明する。計算の第1の機構で説明した計算式で求

められる予想分光反射率は、あくまでも推定値であり、これを用いただけでは正確で実用的な配合を得ることは困難である。そこで、この計算式の値を、コンピュータのメモリ上に予め登録した配合が既知の塗料液の分光反射率から、ファジィ推論によって補正する。

【0024】この補正方法について詳細に説明する。ファジィ推論では、曖昧性をファジィ集合論におけるメンバーシップ関数を用いることで定義する方法をとっている。即ち、全体集合 $U$ におけるファジィ集合 $A$ は、

$$\mu_A: U \rightarrow [0, 1]$$

なるメンバーシップ関数 $\mu_A$ によって定義づけられ、値 $\mu_A(u)$  ( $\in [0, 1]$ ) は、 $A$ における $u$  ( $\in U$ ) のグレードを表すことになる。

【0025】推論に応用する場合は、ファジィプロダクションルールによる方法が多く用いられる。このプロダクションルール $R$ は、前件部と後件部から構成され、一般的には次式（前件部2、後件部1の例）で表される。

$R_i$ : if  $x_1$  is  $A_{i1}$  and  $x_2$  is  $A_{i2}$  then  $y$  is  $B_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ )

$x_1$ : 前件部1の概念

$x_2$ : 前件部2の概念

$A_{i1}$ : 前件部1の $i$ 番目のメンバーシップ関数（ファジィラベル）

$A_{i2}$ : 前件部2の $i$ 番目のメンバーシップ関数（ファジィラベル）

$y$ : 後件部の概念

$B_i$ : 後件部のメンバーシップ関数（ファジィラベル）

【0026】ファジィによる具体的な推論方法については、現在までに様々な方法が提案されているが、最も代表的な方法はマンダーニによって考案されたものである。いま、前件部の観測値を $x_1^0$ ,  $x_2^0$ とすると、 $i$ 番目の規則の適合度 $\omega_i$ は、

$$\omega_i = A_{i1}(x_1^0) \wedge A_{i2}(x_2^0)$$

となり、出力は、

$$B^0(y) = [\omega_1 \wedge B_1(y)] \vee [\omega_2 \wedge B_2(y)] \vee \dots \vee [\omega_n \wedge B_n(y)]$$

$$y^0 = \int B^0(y) y dy / \int B^0(y) dy$$

$B^0$ : 後件部メンバーシップ関数の推論結果の関数

$y^0$ : 推論出力を非ファジィ化した出力結果

上記の式は、非ファジィ化を行う際には、重心座標を計算する事を表している。この非ファジィ化に関しても、いくつかの方法が提案されている。

【0027】本発明では目標の分光反射率 $R$ となる着色材の配合 $x_1, x_2, x_3, \dots, x_i$ 、光輝材の総量 $\sum y_j$ を求めることが目的である。従って、着色材、光輝材の配合に対する分光反射率の予測計算を正確に行うことができれば、配合の計算精度が向上する。このためには、次の式が考えられる。

$$R(\lambda, x_1, x_2, \dots, x_i, x_w, \sum y_j) = R_t(\lambda, x_1, x_2, \dots, x_i, x_w, \sum y_j) + \text{Corr}$$

$$r(\lambda, x_1, x_2, \dots, x_i, x_w, \sum y_j)$$

$R_\lambda$ : 波長 $\lambda$ における予測反射率

$x_1, x_2, \dots, x_i$ :  $i$ 種からなる着色材の配合

$x_w$ : 白顔料の配合

$\sum y_j$ :  $j$ 種からなる光輝材の総量

$R_t$ : 波長 $\lambda$ における純理論的な予測反射率

$\text{Corr}$ : 波長 $\lambda$ における反射率の補正関数でファジィ推論により計算される補正量

$\text{Corr}$ は、ファジィ推論に機構よりなる補正関数であり、ファジィ推論を行うためのファジィプロダクションルールは、前件部が着色材の種類 $i$ +光輝材の総量の $i+1$ 件、後件部は補正值である1件となる。従って、例えば着色材が3種で光輝材が1種である場合は、前件部は4、後件部1のファジィ推論となる。

【0028】前件部のファジィラベルは、着色材、白顔料、光輝材の場合、「多い」「少ない」の表現であり、それに程度が加わる。塗料の場合、着色材の配合と白顔料の配合の合計は、常に100であるので、前件部の空間としては、着色材の配合のみを意識し、白顔料の配合については無視する。着色材の配合については、単純には直交座標系で表現できるが、本推論の場合は、着色顔料の合計配合値と、各着色顔料の合計値の中での配合比を組み合わせた座標系で表現する。即ち、着色材が3種類の場合は、合計配合値を表す軸と、着色顔料合計値に対する各顔料の配合を表現する正三角座標を組み合わせた、三角柱座標によって表現する。

【0029】配合比の合計値は0から100までの値となるから、前件部のファジィメンバーシップ関数は、0から100までの間を $n$ 分割（ $n$ は2以上）する。分割は等間隔に行ってもよいが、着色材の合計配合値が比較的少量である淡色領域では、僅かな配合の変動でも色彩に与える影響は大きく、逆に着色材の合計配合値が比較的多い濃色領域では、配合の変動に対する色彩への影響が小さくなるため、淡色領域では分割を密に、濃色領域では分割を疎になるように、指数関数的に分割の程度を変化させた方がより効果的である。

【0030】前件部の推論空間には、着色材の配合空間に、光輝材の総量 $\sum y_j$ が加わる。

【0031】光輝材については、多くの場合、添加量の範囲に制限があるため、最大添加量を想定して、これを等間隔あるいは、着色材の合計配合値と同様に、指数関数的に不等間隔に分割してファジィラベルを設定する。

【0032】以上に述べた着色材が3種、光輝材が1種の場合における、波長 $\lambda$ におけるファジィラベルをまとめると、次式のようになる。

$$x_1^0 = x_1 / (x_1 + x_2 + x_3)$$

$$x_2^0 = x_2 / (x_1 + x_2 + x_3)$$

$$x_3^0 = (x_1 + x_2 + x_3) / 100$$

$$x_4^0 = y_g / y_{\text{gmax}}$$

$x_1$ : 1番目の着色材の配合



$x_2$ : 2番目の着色材の配合  
 $x_3$ : 3番目の着色材の配合  
 $y_g$ : 光輝材の総量  
 $y_{gmax}$ : 想定される光輝材の最大添加量  
 $x_1^0$ : 1番目の着色材の全着色材の配合に占める割合の程度の観測値  
 $x_2^0$ : 2番目の着色材の全着色材の配合に占める割合の程度の観測値  
 $x_3^0$ : 全着色材の配合の大きさの程度の観測値  
 $x_4^0$ : 光輝材の添加量の程度の観測値  
**【0033】** 4種の観測値をファジィ化するためのメン

$R_i$ : if  $F_1$  is  $A_{i1}$  and  $F_2$  is  $A_{i2}$   
 and  $F_3$  is  $A_{i3}$  and  $F_4$  is  $A_{i4}$   
 then  $y$  is  $B_i$

( $i=1, 2, \dots, n$ )

ここで $y$ は後件部の出力概念で、ある条件で作成された塗板の実測の分光反射率から計算される光学濃度と、作成条件から理論的に計算された光学濃度の差の程度を表すものである。また $B_i$ は $i$ 番目の後件部のメンバーシップ関数である。

**【0034】** 実測の反射率と理論反射率の差を表す $y$ は、次式の定義に従って計算される。

$$y = R_{T\lambda} / R_{R\lambda}$$

$R_{T\lambda}$ : 理論計算により求めた波長 $\lambda$ における光学濃度

$R_{R\lambda}$ : 実測の波長 $\lambda$ における光学濃度

このようにした場合、 $y$ の値のとり得る範囲を想定しやすく、かつ推論結果の平滑性を確保しやすい。例えば、 $y$ の範囲を $[0.2, 2.0]$ のように想定して、この範囲を等間隔または不等間隔に $n$ 分割し、後件部のメンバーシップ関数を規定する。不等間隔に分割する場合は、1.0近辺が密に、範囲の最小値及び最大値近辺では疎になるように分割すると、より効果的である。

**【0035】** 本発明では、後件部メンバーシップ関数を、予め $n$ 点の条件で作成された塗板の作成条件と実測反射率をコンピュータのメモリ上に記憶せしめ、この情報を用いて正確なファジィ出力 $y$ が得られるように、後件部メンバーシップ関数とファジィプロダクションルールを調整することを特徴としている。この調整を容易に行うためには、前述の重心座標を求めて非ファジィ化する方法では、調整計算の際に、高次元関数の回帰計算を行う必要があり、事実上不可能となる。

**【0036】** そこで本発明では、単純高さ法による非ファジィ化手法を用いて計算を行う。高さ法ではメンバーシップ関数は、出力概念 $y$ に対する広がりを持たず、 $y$ 軸上の位置とその高さのみの関数となる。この時の推論は、次式のようになる。

$$B^0(y_i) = [\omega_1 \wedge B_1(y_i)] \vee [\omega_2 \wedge B_2(y_i)] \vee \dots \vee [\omega_n \wedge B_n(y_i)]$$

$$y^0 = \sum B^0(y_i) y_i / \sum B^0(y_i)$$

**【0037】** 次に、後件部メンバーシップ関数の調整とファジィプロダクションルールの調整方法について述べ

バーシップ関数を $A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{i4}$ とする。これらの関数は、上記 $x_1^0, x_2^0, \dots, x_4^0$ 観測値が全て $[0, 1]$ の範囲で正規化されているため、同様に $[0, 1]$ の範囲で、必要に応じて、等間隔または不等間隔に $n_i$ 分割し、分割点に対してメンバーシップ関数を形成する。メンバーシップ関数の外形はエクスponential型等、数種のもものが提案されているが、計算の簡略化とファジィ推論のよって得られた出力値の平滑性を考えた場合、三角形のものが最も効果的である。ファジィ推論のためのファジィプロダクションルールは次のようになる。

る。

**【0038】** 調整の第1段階: コンピュータのメモリに記憶せしめた、ある条件下で作成した塗板の実測反射率とその条件からなる情報の数が少ない場合、即ち、条件を観測値に変換し、6次元のファジィラベルの同一のセルに1個しか情報が存在しない場合、 $B_i$ を高さ1で設定する。ファジィプロダクションルールは、そのセルを発火したと見做し、前件部の論理から $B_i$ が導かれるように、プロダクションルール $R_i$ を設定する。

**【0039】** ファジィラベルの同一セルに $n$ 個のデータが存在した場合は、そのセルの近傍で、それぞれの観測値が発火するセルに、補外した形で $B_i$ の値とそれに対するファジィプロダクションルールを設定する。前件部が4の場合、関連する近傍のセルの数は、最大16(=2<sup>4</sup>)個存在する。 $n$ 個のデータが関連する方向にそれぞれのメンバーシップ関数 $B_i$ を推論計算した結果、出力値と観測値が一致するように、 $y$ 軸上の位置をシフトして設定する。これをコンピュータのメモリ上に記憶した $n$ 個の情報について、全て行う。

**【0040】** 調整の第2段階: ファジィプロダクションルール $R_i$ の数は、前件部メンバーシップ関数の各次元のそれぞれの分割数の積に、更に分光反射率の測定波長数をかけたものとなる。従って、各次元を10個に分割した場合のルールの数は、31×10<sup>4</sup>となり膨大な数となる。従って、全セルを発火することは事実上、無いと考えられる。この場合、調整の第1段階で発火しなかったセルについては、発火したセルのプロダクションルールを補間乃至は補外する。この際には、ファジィセルの配置を6次元の直交座標セルとし、ルールを補外する。

**【0041】** 以上の操作により、波長 $\lambda$ における理論計算と実測の光学濃度の補正を推論するための機構を構築することになる。これにより、正確な光学濃度の予想、換言すれば分光反射率の予想が可能となり、目標色に合致するための調色計算の精度を飛躍的に向上させることが可能となる。

【0042】以上に説明した本発明の特徴であるファジィ推論による分光反射率とフロップ値の両者の補正計算機構を、計算の第3の機構の中に組み込めば、本発明の目的である塗料液の目標とする色彩と光輝感を得るための着色材の配合と光輝材の配合量を、正確に計算することが可能になる。

#### 【0043】実施例

##### ー使用システムー

実施例において使用した分光光度計の仕様は以下の通り

塗料種：アクリル樹脂系塗料

塗 色：メタリックシルバー

	原料	基本配合	1次仕込	修正1回	修正2回
着色材	ブラック	0.380	0.360	0.020	
	レッド	0.081	0.080	0.003	
光輝材	ホワイト	0.031	0.025		
	アルミペ-ストA	0.254	0.258		
	アルミペ-ストB	0.210	0.210		
	添加剤A	4.123	4.120		
添加材	添加剤B	2.593	2.600		
	溶剤	1.82	1.82		
		基準色彩値	基準との色差	基準との色差	
色差	$\Delta L^*$	68.2	0.62	-0.02	
	$\Delta a^*$	0.02	-0.18	-0.14	
	$\Delta b^*$	2.88	-0.35	-0.18	
	$\Delta E^*$		0.62	0.21	
				調色完了	

である。

ミノルタ社製CM-3600d

測定光源：パルスキセノンランプ

測定波長範囲：400nm～700nm

波長間隔：10nm

測定方法：SCI（鏡面光沢を含む）

#### 【0044】

##### 【表1】

#### 【0045】

##### 【表2】

塗料種：アクリル樹脂系塗料

塗 色：レッド系メタリック

	原料	基本配合	1次仕込	修正1回	修正2回
着色材	レッドA	1.460	1.270	0.206	
	レッドB	0.691	0.538		0.155
光輝材	ブラック	0.091	0.044		0.026
	ホワイト	0.016	0.011		
	アルミペ-スト	0.116	0.116		
	アルミペ-スト	0.020	0.020		
添加材	添加剤A	1.281	1.281		
	添加剤B	0.037	0.037		
	溶剤	0.394	0.394		
		基準色彩値	基準との色差	基準との色差	基準との色差
色差	$\Delta L^*$	30.68	0.83	0.36	0.20
	$\Delta a^*$	25.24	0.65	0.38	0.07
	$\Delta b^*$	8.47	0.25	0.35	-0.01
	$\Delta E^*$		1.08	0.63	0.21
				調色完了	

#### 【0046】

##### 【表3】

塗料種：アクリル樹脂系塗料

塗 色：中濃彩メタリック

	原料	基本配合	1次仕込	修正1回	修正2回
着色材	ブラック	31.670	31.615	2.630	
	ブルー	2.281	2.323	0.092	
光輝材	レッド	0.276	0.258	0.012	
	ホワイト	0.246	0.234		
	アミベ-スト	1.728	1.640		
添加材	添加剤A	11.680	11.680		
	添加剤B	7.245	7.245		
	溶剤	6.375	6.375		
		基準色彩値	基準との色差	基準との色差	
色差	$\Delta L^*$	36.11	1.14	0.40	
	$\Delta a^*$	-0.59	0.12	0.18	
	$\Delta b^*$	-1.71	-0.18	-0.08	
	$\Delta E^*$		1.16	0.45	
				調色完了	

【0047】

【表4】

塗料種：アクリル樹脂系塗料

塗 色：淡彩ブルーメタリック

	原料	基本配合	1次仕込	修正1回	修正2回
着色材	ブラック	7.210	7.01	0.350	
	ブルー	0.770	0.710	0.020	
光輝材	レッドA	0.770	0.720	0.028	
	レッドB	0.170	0.180		
	アミベ-ストA	0.830	0.830		
	アミベ-ストB	0.830	0.830		
	アミベ-スト	0.250	0.250		
添加材	添加剤A	44.580	44.580		
	添加剤B	26.290	26.600		
	添加剤C	0.550	0.550		
	溶剤	17.75	17.75		
		基準色彩値	基準との色差	基準との色差	基準との色差
色差	$\Delta L^*$	54.22	0.88	0.34	
	$\Delta a^*$	-0.53	0.05	0.09	
	$\Delta b^*$	-1.99	-0.04	0.00	
	$\Delta E^*$		0.89	0.34	
				調色完了	

【図面の簡単な説明】

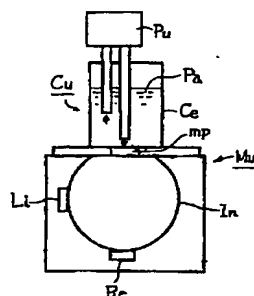
【図1】本発明調色方法に使用する塗料液測色装置の一  
例を模式的に例示した正面図。

【符号の説明】

Cu 循環ユニット  
Ce セル  
Pa 塗料液

Pu ポンプ  
Mu 測色ユニット  
Li 光源部  
Re 受光部  
In 積分球  
Mp 測定部位

【図1】



## 【手続補正書】

【提出日】平成13年2月20日(2001.2.20)

【補正対象項目名】全図

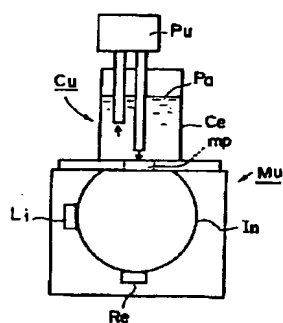
【補正方法】変更

## 【手続補正1】

【補正内容】

【補正対象書類名】図面

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 伊東 満明  
大阪府寝屋川市池田中町19-17 日本ペ  
ント株式会社内

(72)発明者 福田 政行  
大阪府寝屋川市池田中町19-17 日本ペ  
ント株式会社内

(72)発明者 大住 雅之  
愛知県岡崎市美合町字入込45 日清紡績株  
式会社美合工場内

(72)発明者 石川 誠  
愛知県岡崎市美合町字入込45 日清紡績株  
式会社美合工場内

Fターム(参考) 4J038 LA06